Министерство образования и науки
Донецкой Народной Республики

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Факультет «Компьютерные науки и технологии»

Кафедра «Программная инженерия»

Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем

(ПИИВС-2018)

Сборник материалов II Международной научно-практической конференции

г. Донецк
14-15 ноября 2018 года

Донецк – 2018

УДК 004.4
ББК 32.81
П78

Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем (ПИИВС-2018): сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, Том. 1, 14-18 ноября 2018 г. – Донецк, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2018. – 308 с.

Цель научно-практической конференции: создание условий для обмена новыми идеями, технологиями и результатами между профессионалами программной инженерии, принимающими непосредственное участие в деятельности по анализу, спецификации, проектированию, разработке, сертификации, сопровождению и тестированию программного обеспечения компьютерных систем различного назначения, а также для расширения сотрудничества специалистов в области индустриального программирования с коммерческими структурами.

Основные направления работы конференции:

- современные языки и технологии программирования;
- методы и средства автоматизированного проектирования;
- информационная безопасность и защита данных;
- информационные системы и базы данных;
- компьютерная графика: синтез и обработка изображений;
- управление требованиями, тестирование и обеспечение качества ПО;
- программирование мобильных, распределённых и сетевых систем;
- интеллектуальный анализ данных, распознавание и классификация;
- прикладные интеллектуальные системы управления и принятия решений;
- компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных исследованиях.

Конференция организована Донецким национальным техническим университетом Министерства образования и науки ДНР. В организации конференции приняли участие: Донецкий национальный университет, Министерство связи ДНР, Ульяновский государственный технический университет (г.Ульяновск), Образовательно-научный центр «Кибернетика» ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г,В,Плеханова» (г.Москва), Полоцкий государственный университет (Республика Беларусь, г.Полоцк).

В первом томе сборника научных трудов представлено 48 докладов сотрудников академических институтов и высших учебных заведений, а также специалистов других учреждений из Москвы, Санкт-Петербурга, Кемерово, Гродно, Нижнего Новгорода, Иркутска, Таганрога, Ижевска, Донецка, Луганска, Макеевки.

УДК 004.4
ББК 32.81

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1. «СОВРЕМЕННЫЕ ЯЗЫКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ» 4
СЕКЦИЯ 2. «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ДАННЫХ» 58
СЕКЦИЯ 3. «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ, РАСПОЗНАВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ» 120
СЕКЦИЯ 4. «ПРИКЛАДНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ПРОЕКТИРОВНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ»........ 172
СЕКЦИЯ 5. «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ГРАФИКА И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ»........ 254

УДК 004.9

Применение технологии блокчейн в земельном кадастре и реестре недвижимости

А.В. Бутко
Министерство связи Донецкой Народной Республики
butko.av@minsvyazdnr.ru

Бутко А.В.Применение технологии блокчейн в земельном кадастре и реестре недвижимости. *В статье обозревается практическое применение технологии блокчейн в Российской Федерации в области управления недвижимостью.*

Ключевые слова: *блокчейн, смарт-контракт, Exonum, Ethereum, Мастерчейн, земельный кадастр, реестр недвижимости, Российская Федерация, Росреестр, договор долевого участия, ипотека.*

Введение

Технология блокчейн чаще всего ассоциируется с криптовалютами. Однако, эта технология также может применяться и в других сферах деятельности. Перспективными направлениями являются логистика, регистрация прав собственности (земельные участки, недвижимость), здравоохранение (защита от подделок медикаментов, мониторинг передвижения, обмен медицинскими знаниями, ведение медицинской карты пациента), государственный и корпоративный документооборот, голосования, защита авторских прав. В рамках этого исследования мы рассмотрим применение технологии в области земельного кадастра и реестра недвижимости.

Что такое блокчейн?

В основе технологии блокчейн находится хранение информации в децентрализованной распределенной базе данных. Все участники системы при помощи пиринговой сети имеют актуальные копии этой базы данных.

Данные, которые хранятся в блокчейне, защищены криптографически. Любой участник может проверить подлинность данных. При этом, чтобы получить доказательство их истинности не нужно видеть сами данные в открытом виде. Для этого используется механизм шифрования при помощи публичных и приватных ключей. Защита от несанкционированных изменений основана на хеш функции – способе преобразования данных произвольной длины в цифровую строку фиксированной длины, называемой хеш. Особенность этой функции в том, что вычислить хеш легко, а обратно восстановить исходные данные по заданному хешу очень трудно.

В последовательной цепочке блоков хранится информация о транзакциях, сделках и контрактах либо любая другая информация, которую обычно записывают в виде последовательных реестров. Также каждый блок содержит хэш предыдущего блока. При любом изменении блока пересчитывается его хеш, поэтому невозможно удалить или провести изменение блока,без изменения всех последующих блоков в цепочке.

Любой участник может создать новый блок, включив в него ещё не записанные в блокчейн транзакции. Для записи новых блоков необходим консенсус узлов блокчейна. Это позволяет фильтровать операции и записывать только легитимные транзакции, что гарантирует достоверность содержимого. Консенсус обеспечивают алгоритмы Proof of Work (PoW, проделанной работы) и Proof of Stake (PoS, подтверждение доли). Для создания нового блока, необходимо включить в него ссылку на предыдущий блок (хеш блока) и выполнить подбор случайного модификатора, чтобы хеш, данного блока начинался с определенным количеством нулевых битов. Для подбора случайного модификатора требуются вычислительные мощности и время, т. к. эта задача решается перебором пока в результате не будет подобран нужный формат. Подбор производится всеми участниками на конкурентной основе. За подбор модификатора и создание блока участник получает вознаграждение. Если несколько участников подберут модификатор и сделают независимые блоки, то происходит ветвление, и новые блоки присоединяются к нескольким веткам. На этот случай в блокчейне есть правило, что в системе остаётся только самая длинная ветвь, поэтому блоки из коротких ветвей расформировываются, а транзакции из них вновь считаются неподтверждёнными и используются в создании нового блока.

Опыт разных стран по внедрению блокчейна

Внедрение технологии блокчейн в области земельного кадастра востребовано как в развитых, так и в

развивающихся странах, хотя обусловлено разными причинами. Развитые страны совершенствуют операционные процессы, сокращая в несколько раз время совершения сделки, повышают надёжность и прозрачность процессов, тем самым снижая риск мошенничества и ошибок в документах и транзакциях. В развивающихся странах есть проблемы с плохим документированием права собственности на землю, в результате чего у собственников ограничены операции с землей и возможны злоупотребления со стороны чиновников.

В 2016 году Национальная земельная служба Швеции, заявила об успешной работе с блокчейн стартапом ChromaWay, консалтинговой фирмой Kairos Future и поставщиком услуг телефонной связи Telia. Было разработано и протестировано решение для покупателей и продавцов. В тестировании участвовали покупатели, продавцы, агенты недвижимости, банк и государственная служба кадастровой регистрации.

В 2016 году правительство Ганы выдало официальное разрешение проекту Bitland, основанному на платформе Graphene на составление земельного кадастра на основе блокчейна Bitshares. Bitland выпустил базовые токены CADASTRAL с помощью которых можно будет регистрировать права на землю, решать спорные вопросы землевладения, продавать и покупать землю. В случае успеха проект планируется распространить его на другие африканские страны, в первую очередь Нигерию и Кению.

В 2016 году правительство Гондураса приняло решение использовать распределенный реестр для регистрации прав на землю, чтобы бороться с мошенничеством. Исторически в странах Латинской Америки есть проблема с правами на землю, которая связана с высоким уровнем коррупции. Разработка проводится при сотрудничестве с компанией Factom. В Гондурасе уже несколько десятков лет существует конфликт, связанный с проблемой прав собственности.

В 2016 году Национальное агентство публичного реестра Грузии и компания BitFury объявили о запуске пилотного проекта по кадастровому учету на базе блокчейна. Практическая реализация проекта началась в 2017 году. Первый этап внедрения завершился, далее планируется использовать смарт-контракты для оптимизации таких процессов как продажа имущества, передача права собственности и других.

«Блокчейн-коммуна» в России

В 2017 году в Москве открылся первый в России специализированный экспертный центр по внедрению блокчейн-технологий в сфере государственного и корпоративного управления «Блокчейн-коммуна». Организован Внешэкономбанком и Национальным исследовательским технологическим университетом «МИСиС». Партнерами стали международные компании Ethereum, Bitfury, Waves, E&Y, PwC, представительства свыше двадцати компаний располагаются на территории Центра. Также «Блокчейн-коммуна» стала участником независимой ассоциации Crypto Valley, крупнейшего мирового центра развития блокчейн-технологий.

В рамках «Блокчейн-коммуны» разработчики технологий и продуктов, основанных на блокчейне могут заниматься разработкой и перенимать современный опыт. Были проведены крупные хакатоны с международным участием и действуют образовательные программы, начато несколько пилотных государственных проектов на технологии блокчейн. Среди них перенос на блокчейн данных Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (далее – Росреестр) и Федеральной службы по интеллектуальной собственности, отслеживание цепочек поставок лекарственных препаратов, мониторинг лесов и другие.

Внешэкономбанк совместно с Росреестром запустил федеральный проект Blockchain Pitch, в рамках которого происходит поиск инновационных компаний, готовых создавать проекты на основе технологии блокчейн и внедрять их совместно с государственными учреждениями. В 2017 году в рамках проекта Blockchain Pitch был осуществлен конкурсный отбор компаний имеющих прототипы решений для рынка недвижимости и тестирование их разработок совместно с представителями государственного заказчика. Запущено два пилотных проекта, относящихся к использовании технологии блокчейн в операциях с недвижимостью:

- Ведение реестра взаимодействия основных участников процесса регистрации договоров долевого участия в строительстве и регистрация фактов, предшествующих внесению изменений в информационные системы участников. Разрабатывается в сотрудничестве с Росреестром и Агентством ипотечного жилищного кредитования.
- Создание решения, позволяющего фиксировать изменение сведений в Едином государственном реестре недвижимости (далее – ЕГРН) об объекте недвижимости, зарегистрированном праве и правообладателе по г. Москва в распределенной сети, построенной на технологии блокчейн и доступной для внешнего аудита и контроля.

Блокчейн для регистрации договоров долевого участия в строительстве

Ленинградская область выбрана регионом, где тестируется использование технологии блокчейн для регистрации договоров долевого участия в строительстве. Для системы регистрации договоров использован

фреймворк для создания блокчейн-проектов Exonum компании Bitfury. В проекте участвуют Росреестр, Агентство ипотечного жилищного кредитования, Внешэкономбанк и публично-правовая компания «Фонд защиты прав граждан – участников долевого строительства».

Первый договор долевого участия с применением технологии распределенного реестра был зарегистрирован 26 января 2018 года. По состоянию на 1 октября 2018 года в рамках проекта было зарегистрировано 894 сделки. Если проект будет признан удачным, то его распространят на другие регионы.

Согласно законодательства, для компенсационных выплат участникам долевого строительства застройщики обязаны перечислять страховые взносы от суммы каждого договора в Фонд защиты прав участников долевого строительства. Деньги дольщиков могут быть использованы для строительства только после регистрации сделки и ранее приходилось ждать несколько месяцев, т.к. Росреестр не может зарегистрировать договор, пока не получит от Фонда уведомление о выплате застройщиком страхового взноса.

Теперь благодаря блокчейн-решению участники взаимодействия имеют доступ к актуальной информации по процессу регистрации каждого договора. Кроме того, информационные системы Росреестра и Фонда теперь постоянно синхронизированы, а также при отсутствии связи между ними могут локально работать с полными.

Использование блокчейна позволяет существенно сократить сроки взаимодействия между Агентством ипотечного жилищного кредитования, Росреестром и Фондом защиты прав участников долевого строительства. При проведении регистрации с применением этой системы информация из Фонда в Росреестр поступает в течение трех-пяти минут.

Подтверждать, соответствует ли новая транзакция уже записанной информации, должны несколько участников – верифицирующих узлов. У Росреестра, Агентства ипотечного жилищного кредитования и Фонда функционируют по два верифицирующих узла. Позже узлы могут появиться и у застройщиков. Копия на блокчейне гарантирует полную неизменность данных т.к. для подделки записи придётся изменять её во всех организациях, управляющих верифицирующими узлами. Если какой-то узел подтвердит несанкционированное изменение информации, и она попадет в блокчейн, это будет видно всем другим участникам.

Блокчейн для фиксации изменений ЕГРН в г. Москва

В Москве в 2018 году также проводятся два эксперимента: первый — создание блокчейн-реестра сделок с недвижимостью как «зеркала» ЕГРН, второй — автоматизация правовой экспертизы документов по сделкам с недвижимостью при помощи смарт-контрактов.

В рамках первого эксперимента параллельно с фиксацией сведений в ЕГРН вносятся изменения в реестр на основе блокчейн-платформы Ethereum. Держателями блокчейн-узлов в этом проекте являются Росреестр, департамент информационных технологий Москвы, Федеральная налоговая служба, Сбербанк, «Ростелеком» и Агентство ипотечного жилищного кредитования. Первая стадия эксперимента включает в себя накопление неизменной истории владения объектом. На второй стадии будет осуществляться стресс-тестирование реестра для чего в него внесут до 300 миллионов дополнительных записей. По окончании эксперимента будет оценена неизменность данных блокчейн-реестра, производительность и потребность в вычислительных мощностях, а также необходимость дополнительной защиты данных.

Эксперимент по использованию смарт-контрактов

В рамках второго эксперимента на основе смарт-контрактов проверяется система правовой экспертизы документов, поданных на регистрацию перехода прав собственности. Исследуется насколько возможна передача прав собственности на недвижимость без посредников. Конечная цель проекта – автоматизация с помощью смарт-контрактов всех этапов подготовки к сделке, которые требуют длительного согласования: регистрации права собственности у нотариуса, оформления справки об отсутствии задолженности за жилищно-коммунальные услуги и т. п.

Смарт-контракт — компьютерный алгоритм, предназначенный для заключения и поддержания коммерческих контрактов в технологии блокчейн. Впервые начали применяться на практике в проекте Ethereum.

Автоматизированная логика смарт-контрактов, построенная по правилам работы регистраторов, будет принимать решения о регистрации сделки на основе анализа доверенных внешних данных и данных Росреестра. В качестве вариантов реализации рассматриваются блокчейн-платформы Exonum, Corda или Hyperledger. Результаты автоматической экспертизы будут заноситься в блокчейн-реестр.

Параллельно те же операции будут проводить сотрудники. Если мнения программы и человека не совпадут, то это несовпадение будет исследоваться для доработки

Оба эксперимента в Москве должны закончится 14 декабря 2018 года. По их результатам Росреестр оценит целесообразность внедрения технологии и внесения необходимых изменений в законодательство. Если в будущем информация, записанная с помощью блокчейна, будет признана юридически значимой, система фактически сделает ненужным получение выписок из Росреестра: покупатель квартиры или судебные органы

смогут посмотреть запись об объекте недвижимости сразу в блокчейне.

Блокчейн для ипотеки

Ещё одна область применения блокчейна – ипотека. В настоящее время для получения ипотеки нужно оформить существенное количество бумажных документов при участии многих посредников: оценщиков, юридических компаний, кредитных агентств, что повышает время и сумму расходов на оформление сделки.

При помощи блокчейна для всех объектов недвижимости можно создать цифровой идентификатор, для хранения информации о праве собственности и рыночной стоимости, что позволит банкам быстрее определять статус владения или подтверждать рыночную стоимость и сократит участие оценочных и юридических компаний. Также при помощи смарт-контрактов можно обрабатывать условия заключения сделки, например, переводить денежные средства продавцу только после одобрения банком ипотеки и цифрового подписания документов.

В сентябре 2018 года Райффайзенбанк (Россия) провел первую сделку по выпуску электронной ипотечной закладной с хранением и учетом в децентрализованной депозитарной системе на платформе Мастерчейн.

Инициация сделки происходит после заполнения клиентом банка полей электронной формы закладной. Далее документ заверяется усиленной квалифицированной электронной подписью, дополняется другими заверенными документами по сделке и направляется по цифровому каналу в виде xml-файла в Росреестр. Росреестр проверяет и регистрирует закладную, после чего через СМЭВ отправляет файл в депозитарий хранения (в данном случае — Райффайзенбанка).

Мастерчейн – это российская блокчейн-сеть, предназначенная для передачи цифровых ценностей и информации о них между участниками; разрабатывается с 2016 года в рамках ассоциации «Финтех» совместно крупнейшими банками под эгидой Центробанка

После присоединения Росреестра к платформе Мастерчейн станет возможным проведение операций с электронными ипотечными закладными в децентрализованной депозитарной системе.

Используемые инструменты – Exonum

Exonum — фреймворк для создания блокчейн-проектов. При помощи этого фреймворка можно создавать блокчейны, в которых блоки добавляют только заранее известные узлы и регулировать уровень открытости блокчейна для конечных пользователей. В Exonum разработан собственный алгоритм консенсуса, который гарантирует, что в любой момент существует только одна согласованная версия блокчейна и устойчивый к «византийскому» поведению узлов. Поэтому отдельные узлы не могут изменить историю транзакций или добавить неподтвержденные данные. Алгоритм консенсуса не требует майнинга, не требует специального оборудования и рассчитан на небольшие вычислительные мощности.

Лёгкий клиент позволяет пользователям отправлять транзакции и запрашивать данные из блокчейна. Клиент называется «легким» потому, что не имеет полной версии блокчейна и содержит только те данные, которые важны для узла, что требует меньше вычислительных ресурсов и объемов памяти. Клиентом может быть браузер на смартфоне или ноутбуке, или серверное приложение. Скорость Exonum при применении в глобальной сети составляет 5000 транзакций в секунду. В локальной сети с небольшим количеством узлов — до15000 транзакций в секунду. Получая данные, лёгкий клиент также получает и проверяет криптографические доказательства их истинности Такая реализация защищена от MITM атаки и позволяет обмениваться данными даже используя открытый Wi-Fi в публичном месте.

Exonum — это проект с открытым исходным кодом. Его репозиторий есть на GitHub (https://github.com/exonum). Ядро Exonum написано на языке системного программирования Rust.

Используемые инструменты – Ethereum и смарт-контракты

Ethereum (Эфириум) — платформа для создания децентрализованных онлайн-сервисов на базе блокчейна, работающих на базе смарт-контрактов. Реализована как единая децентрализованная виртуальная машина.

Изначально была создана как криптовалюта, но в отличие от других криптовалют, авторы не ограничивают роль Ethereum платежами, а предлагают его, например, в качестве средства для обмена ресурсами или регистрации сделок с активами.

Технология Ethereum даёт возможность регистрации любых сделок с любыми активами на основе распределенной базы смарт-контрактов, не прибегая к традиционным юридическим процедурам. Эта возможность является конкурентной по отношению к существующей системе регистрации сделок.

Стороны подписывают смарт-контракт, используя методы, аналогичные подписанию отправки средств в действующих криптовалютных сетях. После подписания сторонами смарт-контракт вступает в силу. Для обеспечения автоматизированного исполнения обязательств контракта непременно требуется среда существования, которая позволяет полностью автоматизировать выполнение пунктов контракта. Это означает,

что смарт-контракты смогут существовать только внутри среды, имеющей беспрепятственный доступ исполняемого кода к объектам смарт-контракта. Все условия смарт-контракт должны иметь математическое описание и ясную логику исполнения. В связи с этим первые смарт-контракты имеют задачу формализации наиболее простых взаимоотношений, состоящих из небольшого количества условий. Имея беспрепятственный доступ к объектам контракта, смарт-контракт отслеживает по указанным условиям достижения или нарушения пунктов и принимает самостоятельные решения, основываясь на запрограммированных условиях. Таким образом, основной принцип смарт-контракта состоит в полной автоматизации и достоверности исполнения договорных отношений.

Смарт-контракты в Ethereum представлены в виде классов, которые могут быть реализованы на различных языках, включая визуальное программирование и компилируются в байт-код для виртуальной машины Эфириума (Ethereum Virtual Machine) перед отправкой в блокчейн.

Ethereum — это проект с открытым исходным кодом. Его репозитории есть на GitHub (https://github.com/ethereum).

Заключение

Технология блокчейн сейчас является одним из трендов информационных технологий и обладает большим потенциалом. В ближайшее время в Российской Федерации ожидается завершение экспериментов внедрения пилотных проектов, по которым можно будет судить насколько успешно продвигается внедрение и какие изменения нормативно-правовой базы потребуются для обеспечения юридической значимости операций в распределённой сети.

Литература

1. Артем Генкин, Алексей Михеев. Блокчейн. Как это работает и что ждет нас завтра. — М.: Альпина Паблишер, 2017. — 592 с. — ISBN 978-5-9614-6558-7.
2. Мелани Свон. Блокчейн: Схема новой экономики. — Олимп-Бизнес, 2016. — 240 с. ISBN 978-5-9693-0360-7
3. Лоран Лелу. Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. — М.: Эксмо, 2018. — 256 с. — ISBN 978-5-699-98942-3.
4. Алекс Тапскотт, Дон Тапскотт. Технология блокчейн - то, что движет финансовой революцией сегодня. — М.: Эксмо, 2017. — 448 с. — ISBN 978-5-699-95092-8.
5. Уильям Могайар, Виталик Бутерин. Блокчейн для бизнеса. — М.: Эксмо, 2017. — 224 с. — ISBN 978-5-699-98499-2.

Бутко А.В. Применение технологии блокчейн в земельном кадастре и реестре недвижимости. *В статье обозревается практическое применение технологии блокчейн в Российской Федерации в области управления недвижимостью.*

Ключевые слова: *блокчейн, смарт-контракт, Exonum, Ethereum, Мастерчейн, земельный кадастр, реестр недвижимости, Российская Федерация, Росреестр, договор долевого участия, ипотека.*

Butko A.V. The use of blockchain technology in the land cadastre and real estate registry. *The article reviews the practical use of blockchain technology in the Russian Federation in the field of real estate management.*

Keywords: *blockchain, smart contract, Exonum, Ethereum, Masterchain, land cadastre, real estate register, Russian Federation, Rosreestr, equity agreement, mortgage*